

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3531647 A1

51 Int. Cl. 4:  
C 10 B 53/00  
C 10 B 1/10  
C 10 B 47/30  
A 62 D 3/00

21 Aktenzeichen: P 35 31 647.0  
22 Anmeldetag: 5. 9. 85  
43 Offenlegungstag: 12. 3. 87

Behörden-Stempel

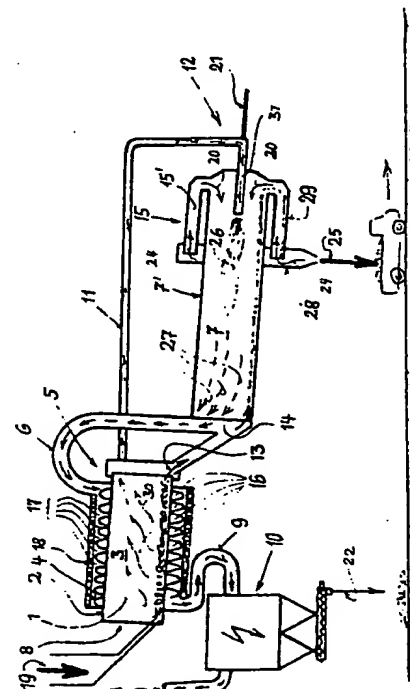
DE 3531647 A1

71 Anmelder:  
Klöckner-Humboldt-Deutz AG, 5000 Köln, DE  
74 Vertreter:  
Beisner, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 5204 Lohmar

72 Erfinder:  
Abelitis, Andris, 5064 Rösrath, DE; Steinbiß,  
Eberhard, 5000 Köln, DE

54 Verfahren und Anlage zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut

Bei einem Verfahren zum Unschädlichmachen von kontaminiertem Gut wird zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit vorgeschlagen, daß das Gut in einer Folge von Schritten in einem ersten Schritt mittels indirekter Beheizung im Durchlauf durch eine Entgasungsstufe erwärmt und dabei mindestens teilweise entgast wird. Es wird sodann im Durchlauf durch eine Brennstufe mit direkter Beheizung weiter erhitzt, wobei höher siedende beziehungsweise schwerer verflüchtigbare Schadstoffe freigesetzt werden. Das Gut wird weiter im Durchlauf durch eine Kühlstufe unter direkter Übertragung von Wärme an Kühlluft gekühlt und schließlich ausgelesen. Erwärmte Kühlluft wird als Sekundärluft in die Brennstufe eingeleitet und das heiße Abgas der Brennstufe zur indirekten Beheizung der Entgasungsstufe verwendet. Das in der Entgasungsstufe ausgetriebene Gas wird in die Brennstufe eingeleitet und darin mit erwärmter Kühlluft aus der Kühlstufe bei hohen Temperaturen verbrannt.



DE 3531647 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut wie Mineralstoffe, Erden, Aufsaugstoffe, Hafenschlick und dergleichen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gut in einer Folge von Schritten in einem ersten Schritt mittels indirekter Beheizung im wesentlichen kontinuierlich im Durchlauf durch eine Entgasungsstufe erwärmt und dabei mindestens teilweise entgast, so dann in einem zweiten Schritt im Durchlauf durch eine Brennstufe mit direkter Beheizung weiter erhitzt wird, wobei im Gut nach dessen Entgasung noch enthaltene höher siedende beziehungsweise schwerer verflüchtigbare Schadstoffe freigesetzt werden, darauf das Gut in einem dritten Schritt im Durchlauf durch eine Kühlstufe unter direkter Übertragung von Wärme an Kühlluft gekühlt und schließlich ausgetragen wird, wobei die erwärmte Kühlluft als Sekundärluft in die Brennstufe eingeleitet und das heiße Abgas der Brennstufe zur indirekten Beheizung der Entgasungsstufe verwendet und dabei infolge Wärmeübertragung auf diese Stufe auf ein niedrigeres Temperaturniveau gebracht und nach anschließender Reinigung zumindest entstaubt aus dem System ausgetragen wird, während das in der Entgasungsstufe aus dem kontaminierten Gut thermisch ausgetriebene Gas in die Brennstufe eingeleitet und darin mit erwärmter Kühlluft aus der Kühlstufe bei hohen Temperaturen verbrannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das in die Brennstufe eingeleitete Gas nach Maßgabe von dessen Heizwert bedarfsweise mit Zusatzbrennstoff verbrannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Qualität der Wärmeübertragung des Brennstufenabgases auf die Entgasungsstufe durch Wassereinspritzung verbessert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gut im Durchlauf durch die Entgasungsstufe auf etwa 600°C erwärmt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das in der Entgasungsstufe aus dem kontaminierten Gut thermisch ausgetriebene Gas mit hoch erhitzter Kühlluft und gegebenenfalls unter Zufuhr von hochwertigem Zusatzbrennstoff in der Brennstufe bei Temperaturen von wenigstens 1200°C verbrannt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das heiße Abgas der Brennstufe durch Übertragung von Wärme an die Entgasungsstufe auf unter 300°C temperaturerniedrigt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das mit einer Temperatur von unter 300°C nach indirekter Beheizung der Entgasungsstufe aus dieser abgezogene Abgas der Brennstufe auf eine für ein Tuchfilter verträgliche Temperatur weiter abgekühlt und im Durchlauf durch ein Tuchfilter von Staub gereinigt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das nach indirekter Beheizung der Entgasungsstufe aus dieser abgezogene Abgas der Brennstufe ohne weitere Kühlung in einem Elektrofilter entstaubt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas nach der Reinigung vom Staub fallweise einer vorzugsweisen Nass Rauchgaswäsche unterzogen wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Entgasung des kontaminierten Gutes ein von außen beheiztes Drehtrommelaggregat verwendet wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erhitzen des Gutes in der Brennstufe ein Drehrohrföfen verwendet wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zum Kühlen des erhitzten Gutes in der Kühlstufe ein Rohrkühler, ein Satellitenkühler oder bei überwiegend feinkörnigem Austragsgut vorzugsweise ein Zyklonkühler beziehungsweise Wirbelschichtkühler verwendet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das thermisch zuende behandelte, erhitzte Gut in der Kühlstufe auf ein solches Temperaturniveau gekühlt wird, daß es ohne Gefährdung oder Belastung der Umwelt transport- beziehungsweise deponierfähig ist, vorzugsweise auf ein Temperaturniveau um beziehungsweise unter 150°C.
14. Anlage zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 13, mit einem Entgasungsreaktor, einem Brennofen, einem Kühlaggregat und mindestens einer Abgas-Reinigungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß der Entgasungsreaktor (1) als eine von der Außenseite (2) her beheizbare Drehtrommel (3) ausgebildet und in einem diese umgebenden stationären Heizmantel (4) angeordnet ist, an welchem im Bereich des austragsseitigen Endes (5) der Drehtrommel (3) die Ofenabgasleitung (6) des Brennofens (7) und im Bereich des aufgabeseitigen Endes (8) der Drehtrommel (3) eine Abgas-Abzugsleitung (9) angeschlossen ist, welche in die Abgas-Reinigungseinrichtung (10) einmündet, daß eine Leitung (11) für das im Entgasungsreaktor (1) anfallende Gas an die Brennerseite (12) des Brennofens (7) angeschlossen ist, daß der Feststoffaustrag (13) des Entgasungsreaktors (1) in das Einlaufgehäuse (14) des Brennofens (7) einmündet, und daß eine Verbindung (20) zwischen dem Heißluftaustritt des Kühlaggregates (15) und der Brennerseite (12) des Brennofens (7) vorgesehen ist.
15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennofen (7) als Drehrohrföfen (7') ausgebildet ist.
16. Anlage nach den Ansprüchen 14 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlaggregat (15) als Rohrkühler beziehungsweise als Satellitenkühler (15') und im Falle überwiegenden Feingutes im Austragsgut als Zyklonkühler beziehungsweise als Wirbelschichtkühler ausgebildet ist, welcher luftaustrittsseitig eine Verbindung (20) mit der Brennerseite (12) des Brennofens (7') aufweist.
17. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizmantel (4) konzentrisch gegen den Außenmantel (2) der Drehtrommel (3) gerichtete spiralförmig verlaufende Distanzbleche (16) aufweist, die im Zusammenwirken

mit dem Außenmantel (2) der Drehtrommel (3) zwischen den Bereichen der Trommelenden (5, 8) spiralförmig verlaufende Heizgaszüge (17) bilden.

18. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehtrommel (3) außen nach Art von Rippen radial angesetzte spiralförmige Distanzbleche (16) aufweist, die zwischen den Bereichen der Trommelenden (5, 8) im berührungslosen Zusammenwirken mit dem stationären Heizmantel (4) spiralförmig verlaufende Rauchgaszüge (17) bilden.

19. Anlage nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der spiralförmigen Rauchgaszüge (17) vorzugsweise mit der Strömungsrichtung der Rauchgase gleichgerichtet sind.

20. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die spiralförmigen Distanzbleche (16) wenigstens zweigängig ausgebildet sind.

21. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizmantel (4) der Entgasungstrommel (3) mit einer Isolierschicht (18) umgeben ist.

22. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß sie als fahrbare Einheit ausgebildet ist, wobei einzelne Aggregate nach Maßgabe ihres Gewichtes auf fahrbaren Gestellen angeordnet sind.

23. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß sie als transportable Einheit ausgebildet ist und einzelne Aggregate für tiefladerfähigen Einzeltransport, insbesondere unter Berücksichtigung der für Straßentransport zulässigen Transportabmessungen, ausgebildet sind.

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut.

Bei verschiedenen petrochemischen Prozessen ebenso wie bei Transportunfällen oder anderen, die Umwelt mit schädlichen Stoffen verseuchenden Ereignissen wie beispielsweise Bruch einer ölführenden Pipeline, einem Tankerunglück aber auch bei infolge der Wirtschaftsstruktur anfallenden Stoffgemengen wie beispielsweise Hafenschlick oder Klärschlamm geraten umweltschädliche Stoffe oder Flüssigkeiten wie Rohöl, Benzol, Toluol, Naftalin oder andere Giftstoffe in das Erdreich.

Die so verseuchten Bodenmassen müssen dann entsorgt, das heißt durch thermische Behandlung wieder umweltverträglich gemacht werden.

Es ist bekannt, eine hierfür erforderliche thermische Behandlung der kontaminierten Bodenmassen, beispielsweise im Temperaturbereich zwischen 300 bis 500°C in bekannten Trockentrommeln vorzunehmen, welche in etwa einer Bauart entsprechen, die auch zur Trocknung und Erhitzung von Zuschlagstoffen für die Asphaltbereitung üblich ist. Dabei werden die schädlichen Bestandteile fraktioniert nach Maßgabe der Erhitzungstemperatur aus den Bodenmassen ausgetrieben und bilden Gase und Dämpfe, die beispielsweise Kohlenwasserstoffe, chlorierte Wasserstoffe, Lösungsmitteldämpfe, Dioxine und andere toxische oder zumindest schädliche Verbindungen enthalten. Diese müssen in einer Nachverbrennung bei etwa 1200°C unschädlich gemacht werden.

Weil die verwendeten Trockentrommeln vielfach mit großem Luftüberschuß betriebene Feuerungen besitzen, wobei  $\lambda$ -Werte bis 3 nicht selten erreicht werden, erfordern diese bekannten Anlagen in höchst nachteiliger Weise nicht nur eine große Menge an Brennstoff zum Erwärmen des Gutes bis zum Verdampfen der kontaminierenden Stoffe, sondern bedürfen weiterhin eines hohen Energieaufwandes, um die ausgetriebenen Gase oder Dämpfe auf die erforderliche Nachverbrennungstemperatur von etwa 1200°C aufzuheizen.

Infolge der bei solcher Betriebsweise außerordentlich großen Mengen an Abgas ist für deren Reinigung ein entsprechend hoher Aufwand an Investitions- und Betriebskosten erforderlich.

Wie gesagt, findet bei den heute bekannten Verfahren und Anlagen der Brennvorgang im wesentlichen in Trockentrommeln mit direkter Beheizung statt. Die ausgasenden Bestandteile vermischen sich dabei mit der überaus großen Abgasmenge, und der Gesamtbetrieb einschließlich der erforderlichen Nachverbrennung verursacht somit extrem hohe Kosten. Weiter muß als Nachteil in Betracht gezogen werden, daß infolge der relativ großen erforderlichen Brennstoffmengen und der bei hohem Luftüberschuß entsprechend großen Rauchgasmenge Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, sowie Schwefeldioxid und Stäube in großen Mengen in die Umgebungsluft emittiert werden, insbesondere auch deshalb, weil die zumeist fahrbaren und damit ortsbeweglichen Anlagen vergleichsweise weniger strenge Luftreinhaltungsbedingungen zu erfüllen haben und überdies vielfach nur mit sehr unvollkommenen Einrichtungen zur Abgasreinigung ausgestattet sind. Eine zufriedenstellende Kühlung des ausgebrannten Gutes findet vielfach bei den bekannten Anlagen nicht oder nur sehr ungenügend statt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anlage zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut weiterzuentwickeln und wesentlich zu verbessern, um einerseits die Wirtschaftlichkeit und damit auch die Leistungsfähigkeit solcher Anlagen qualitativ und quantitativ zu verbessern, insbesondere den Einsatz von hochwertigen Brennstoffen im Verhältnis zu den durchgesetzten Bodenmassen signifikant zu verringern, damit die Rauchgasmenge und den Ausstoß an Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefeldioxid und anderen schädlichen Emissionsgasen sowie Stäuben drastisch zu vermindern und das Gut nach der Entsorgung unmittelbar in einen solchen Zustand zu versetzen und insbesondere auf ein solches Temperaturniveau zu bringen, daß es ohne Zwischenlagerung transport- bzw. deponierfähig ist.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt bei einem Verfahren der eingangs genannten Art zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut mit der Erfindung dadurch, daß das Gut in einer Folge von Schritten in einem ersten Schritt mittels indirekter Beheizung im wesentlichen kontinuierlich im Durchlauf durch eine Entgasungsstufe erwärmt und dabei mindestens teilweise entgast, sodann in einem zweiten Schritt im Durchlauf durch eine Brennstufe mit direkter Beheizung weiter erhitzt wird, wobei im Gut nach dessen Entgasung noch enthaltene höher siedende beziehungsweise schwerer verflüchtigbare Schadstoffe freigesetzt werden, darauf das Gut in einem dritten Schritt im Durchlauf durch eine Kühlstufe unter direkter Übertragung von Wärme an Kühlluft gekühlt und schließlich ausge-

tragen wird, wobei die vorgewärmte Kuhlluft als Sekundärluft in die Brennstufe eingeleitet und das heiße Abgas der Brennstufe zur indirekten Beheizung der Entgasungsstufe verwendet und dabei infolge Wärmeübertragung auf diese Stufe auf ein niedrigeres Temperaturniveau gebracht und nach anschließender Reinigung zumindest entstaubt aus dem System ausgetragen wird, während das in der Entgasungsstufe aus dem kontaminierten Gut thermisch ausgetriebene Gas in die Brennstufe eingeleitet und darin mit erwärmter Kuhlluft aus der Kühlstufe bei hohen Temperaturen verbrannt wird.

Mit Vorteil wird durch das Verfahren nach der Erfindung einerseits eine signifikante Einsparung an Brennstoff- und Entsorgungskosten bezogen auf die gleiche Leistung eines bekannten Verfahrens beziehungsweise einer bekannten Anlage zum Brennen und Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminierten Erden erreicht, und andererseits bei gleicher Anlagengröße ein vergleichsweise qualitativ und quantitativ erheblich verbesserter Durchsatz erzielt. Auch wird durch einschneidende Verringerung der Abgasmenge die Emission an Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Chlorwasserstoff und anderen schädlichen Gasen und Dämpfen signifikant verringert und damit die Umwelt gegenüber bekannten Verfahren und Anlagen wesentlich entlastet.

Eine Ausgestaltung sieht vor, daß das in die Brennstufe eingeleitete Gas nach Maßgabe von dessen Heizwert bedarfsweise mit Zusatzbrennstoff verbrannt wird.

Während bei bekannten Verfahren und Anlagen die Entsorgung der kontaminierten Bodenmassen ausschließlich durch Einsatz von hochwertigem Brennstoff erfolgt, wird nunmehr das in der Entgasungsstufe anfallende brennbare Gas, im wesentlichen im Entstehungszustand, das heißt in warmem Zustand von ca. 600°C und faktisch ohne Luftbeimengung, als Brennstoff in der Brennstufe eingesetzt und nur bei fallweise zu geringem Heizwert mit Zusatzbrennstoff verbrannt. Bei dieser Verbrennung wird weiterhin mit Vorteil gegenüber dem Stand der Technik die Feuerung mit sehr heißer Luft aus der Kühlstufe betrieben, wobei diese Kuhlluft in Temperaturbereichen zwischen 800 und 1000°C anfällt. Hierdurch wird in der Brennstufe bei annähernd stöchiometrischem Feuerungsbetrieb, das heißt bei einer Luftzahl  $\lambda \approx$  ca. 1,1 bis 1,2 eine vergleichsweise erheblich geringere Rauchgasmenge von wesentlich höherer Temperatur erhalten.

Dabei ist mit Vorteil weiter vorgesehen, daß die Qualität der Wärmeübertragung des Brennstufenabgases auf die Entgasungsstufe durch Wassereinspritzung verbessert wird. Die Verbesserung der Wärmeübertragung eines heißen Gases durch Wassereinspritzung ist an sich bekannt. Die Anwendung beim vorliegenden Verfahren beziehungsweise der vorliegenden Anlage ergibt deshalb eine besonders vorteilhafte Wirkung, weil die zu meist transportable oder fahrbare Einheit in ihren Aggregate-Abmessungen relativ eng begrenzt ist. Die Verbesserung des Wärmeüberganges des die Entgasungsstufe heizenden Rauchgases ist daher von besonderer Wirksamkeit und Bedeutung bei einer so kompakten Anlage.

Eine vorteilhafte Auslegung der Anlage und insbesondere der Entgasungstrommel sieht vor, daß das Gut im Durchlauf durch die Entgasungsstufe auf etwa 600°C erwärmt wird. Bei dieser vergleichsweise hohen Temperatur, welche von bekannten Anlagen beim Stand der Technik nicht erreicht wird, kann bereits eine sehr weitgehende Entgasung der die Bodenmassen kontaminie-

renden Stoffe erreicht werden. Diese vergleichsweise hohe Entgasungstemperatur wird beim Verfahren nach der Erfindung dadurch ermöglicht, daß das in der Entgasungsstufe aus dem kontaminierten Gut thermisch ausgetriebene Gas mit hochoverhitzer Kuhlerrabluft und gegebenenfalls unter Zufuhr von hochwertigem Zusatzbrennstoff in der Brennstufe bei Temperaturen von wenigstens 1200°C verbrannt wird. Somit entsteht ein Ofenabgas, dessen Temperatur beim Eintritt in den Heizmantel der Entgasungsstufe zwischen 800 bis über 1000°C beträgt, wobei dieses Heizgas infolge hoher Temperaturdifferenz in der Lage ist, trotz seiner vergleichsweise geringen Menge die erforderlichen Wärmemengen an die an begrenzten Wärmeübertragungsflächen abzugeben.

Mit Vorteil ist weiter vorgesehen, daß das heiße Abgas der Brennstufe durch Übertragung von Wärme an die Entgasungsstufe auf unter 300°C temperaturerniedrigt wird, und daß das mit einer Temperatur von unter 300°C aus dieser Entgasungsstufe abgezogene Abgas der Brennstufe auf eine für ein Tuchfilter verträgliche Temperatur von beispielsweise 220°C weiter abgekühlt und im Durchlauf durch ein Tuchfilter von Staub gereinigt wird. Eine solche vergleichsweise geringfügige Temperaturerniedrigung um einen Temperatursprung von 60 bis 80°C kann beispielsweise durch einfache Einspritzung von Wasser oder durch Kaltluftbeimengung erreicht werden.

Eine andere vorteilhafte Möglichkeit der Abgasreinigung ist erfindungsgemäß dadurch vorgesehen, daß das nach indirekter Beheizung der Entgasungsstufe aus dieser abgezogene Abgas der Brennstufe ohne weitere Kühlung in einem Elektrofilter entstaubt wird. Bekanntlich liegt der Entstaubungswirkungsgrad eines Elektrofilters bei einer Temperatur um 300°C im Bestpunkt und ist damit ausgesprochen hoch.

Für den Fall, daß das Abgas nach der Reinigung vom Staub noch Schadstoffe enthält, ist weiterhin vorgesehen, daß das Abgas nach der Reinigung vom Staub fallweise einer vorzugsweise nassen Rauchgaswäsche unterzogen werden kann.

Weitere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 10 bis 13 vorgesehen.

Eine Anlage zur thermischen Behandlung, insbesondere zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung, mit einem Entgasungsreaktor, einem Brennofen, einem Kuhlaggerat und mindestens einer Abgas-Reinigungseinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Entgasungsreaktor als eine von der Außenseite her beheizbare Drehtrommel ausgebildet und in einem diese umgebenden stationären Heizmantel angeordnet ist, an welchen im Bereich des austragsseitigen Endes der Drehtrommel die Ofenabgasleitung des Brennofens und im Bereich des ausgasbeseitigen Endes der Drehtrommel eine Abgas-Abzugsleitung angeschlossen ist, welche in die Abgas-Reinigungseinrichtung einmündet, daß eine Leitung für das im Entgasungsreaktor anfallende Gas an die Brennerseite des Brennofens angeschlossen ist, daß der Feststoffaustrag des Entgasungsreaktors in das Einlaufgehäuse des Brennofens einmündet, und daß eine Verbindung zwischen dem Heißluftaustritt des Kuhlaggerates und der Brennerseite des Brennofens vorgesehen ist.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Anlage sind entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 15 bis 23 vorgesehen.

Die Erfindung wird in Zeichnungen in einer bevorzugten Ausführungsform gezeigt, wobei aus den Zeichnungen weitere vorteilhafte Einzelheiten entnehmbar sind.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Anlage zum Unschädlichmachen von mit Schadstoffen kontaminiertem Gut;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Anlage mit ihren Aggregaten in vereinfachter bildhafter Form.

Der Fluß von Mengen- und Gasströmen ist vorzugsweise aus dem Fließschema in Fig. 1 erkennbar. Durch die Materialaufgabe 19 wird kontaminiertes Gut kontinuierlich in dosierter Menge vorzugsweise unter Luftabschluß in den Entgasungsreaktor 1 eingeführt und darin in kontinuierlichem Durchlauf von Aufgabetemperatur bis auf annähernd 600°C erwärmt. Hierbei werden flüchtige Stoffe als Dämpfe oder Gase ausgetrieben und aus dem Kopf des Entgasungsreaktors 1 mit der Leitung 11 in die Brennerseite 12 der Brennstufe 7 eingeleitet und darin mit erwärmter Kühlluft aus der Kühlstufe 15 bei hohen Temperaturen verbrannt. Die Einleitung der Kühlluft aus der Kühlstufe 15 in die Brennstufe 7 durch die unterbrochene Linie mit Pfeil 20 symbolisiert. Etwa erforderlicher Zusatzbrennstoff ist, für den Fall, daß der Heizwert des aus der Entgasungsstufe eingeleiteten Gases für die vorgesehene Wärmebilanz nicht ausreicht, durch den Pfeil 21 angedeutet.

Wie aus der Zusammenschau der Fig. 1 und 2 erkennbar ist, wird das in der Brennstufe 7 entstehende heiße Abgas zur indirekten Beheizung der Entgasungsstufe 1 verwendet und zu diesem Zweck mit der Leitung 6 aus der Brennstufe in einen die Entgasungsstufe 1 umgebenden Heizmantel 4 eingeleitet. Dabei wird das Gas von seiner Entstehungstemperatur um 700 bis 1100°C infolge Wärmeübertragung auf die Entgasungsstufe auf ein niedrigeres Temperaturniveau gebracht und nach Abzug aus dem Heizmantel 4 der Entgasungsstufe 1 beziehungsweise 3 mit der Leitung 9 in die Abgasreinigungseinrichtung 10 und durch diese hindurchgeleitet, wobei im Abgas noch enthaltener Staub abgeschieden und gemäß Pfeil 22 verhaldet oder einer Sonderdeponie zugeführt wird, je nach Beschaffenheit dieses Staubes. Die zunächst kontaminierte und in der Entgasungsstufe 1 von flüchtigen Kontaminationsstoffen befreite Masse des Gutes wird mit etwa 600°C entsprechend Pfeil 13 aus der Entgasungsstufe 1 aus- und in die Brennstufe 7 eingetragen. Darin wird das teilentgaste Gut im Durchlauf mittels direkter Beheizung weiter erhitzt, wobei im Gut nach dessen Entgasung noch enthaltene höher siedende beziehungsweise schwerer verflüchtigbare Schadstoffe freigesetzt werden. Darauf wird das Gut gemäß Pfeil 23 aus der Brennstufe 7 aus- und in die Kühlstufe 15 eingetragen. Diese Kühlstufe 15 ist gleichzeitig ein Wärmetauscher für die zur Kühlung gemäß Pfeil 24 eingeführte Luft, welche in direktem Kontakt mit dem abzukühlenden heißen Gut erhitzt wird, beispielsweise auf ein Temperaturniveau zwischen 800 und 1000°C. Gekühltes Gut wird gemäß Pfeil 25 mit einem relativ niedrigen Temperaturniveau, beispielsweise zwischen 150 und 200°C, ausgetragen. Es kann mit dieser Temperatur ohne Schwierigkeiten und Nachteile beispielsweise mit einem LKW verfahren oder auf eine Zwischenhalde abgelagert werden.

Die in Fig. 1 rein schematisch im Blockschaltbild gezeigte Anlage beziehungsweise das Verfahren ist in Fig. 2 in mehr bildhafter Weise dargestellt. Darin erkennt man die Ausbildung des Entgasungsreaktors 1 in Form einer Drehtrommel 3, welche vom Heizmantel 4

umgeben ist. Dieser ist nach außen hin mit einer Isolierschicht 18 gegen Wärmeabstrahlung sehr sorgfältig isoliert. Das mit der Leitung 6 aus dem Drehrohrföfen 7 ankommende heiße Ofenabgas wird zwischen der Entgasungsdrehtrommel 3 und dem Heizmantel 4 in Heißgasabzüge 17 eingeleitet, welche sich in spiraligem Verlauf zwischen spiralförmig angeordneten Distanzblechen 16 und dem Außenmantel der Drehtrommel 3 beziehungsweise dem Innenmantel des Heizmantels 4 ergeben. Diese Distanzbleche können entweder an der Innenseite des Heizmantels 4 stationär oder am Außenmantel 2 der Drehtrommel 3 mit dieser mitlaufend als Wärmeaustauschrippen angeschweißt sein. Die letztere Ausgestaltung ist hinsichtlich der Wärmeübergabeverhältnisse der ersteren vorzuziehen. Wie die bildliche Darstellung in Fig. 2 zeigt, wird das kontaminierte Gut zwecks Unschädlichmachung durch die Materialaufgabe 19 in zeitlich kontinuierlicher Menge sowie vorzugsweise unter weitgehendem Luftabschluß der Entgasungsdrehtrommel 3 aufgegeben und darin im kontinuierlichen Durchlauf auf etwa 600°C bis zum austragsseitigen Ende 5 erwärmt. Dabei werden, wie durch die Pfeile 30 angedeutet, die im kontaminierten Gut enthaltenen verflüchtigbaren Stoffe in Form von Gasen oder Dämpfen ausgetrieben und mit der Leitung 11 der Brennerseite 12 der Brennstufe 7 zugeleitet. Die Drehtrommel 3 trägt den entgasten Feststoff gemäß Pfeil 13 über eine Schurre in das Ofeneinlaßgehäuse 14 des Drehrohrföfens 7 ein. Darin wird das bereits auf 600°C vorerwärmte Gut durch die Flamme 26 im Gegenstrom zu den Ofenabgasen 27 sowie in der Strahlungszone der Flamme 26 auf Temperaturen zwischen 800 und 1000°C erhitzt. Im gezeigten Beispiel ist dem Drehrohrföfen 7 als Kühlaggregat 15 ein Satellitenkühler 15' zugeordnet, der in bekannter Weise eine intensive Kühlung des ausgetragenen Feststoffes bewirkt. Im Gegenstrom zu dem ausgetragenen Feststoff durch die Satellitenrohre 29 angesaugte Kühlluft gelangt als heiße Sekundärluft entsprechend den Pfeilen 20 in den Brennraum des Drehrohrföfens 7 und erzeugt zusammen mit dem brennbaren Gas 30 aus dem Entgasungsreaktor 1, welches über die Leitung 11 dem Brenner 31 zugeführt wird, sowie mit fallweise zugegebenem Brennstoff 21 eine sehr heiße Flamme 26, deren Temperatur im Strahlungskern über 2000°C betragen kann. Eine so hohe Temperatur wird auch deshalb erreicht, weil die Flamme 26 ohne überflüssige Ballastluft mit einem im wesentlichen stöchiometrischen Brennluftverhältnis mit heißer Sekundärluft betrieben wird.

Das Verfahren und die Anlage nach der Erfindung ergeben mit großem Vorteil gegenüber bekannten Anlagen vom Stand der Technik zur thermischen Behandlung von mit Schadstoffen kontaminierten Erden eine signifikante Brennstoffersparnis, ein weitgehend entsorgtes neutralisiertes Austragsgut mit einer umweltverträglichen Temperatur im Bereich zwischen 150 und 200°C bei einer signifikanten Verringerung der Abgasmenge.

Insofern kann von einer idealen Lösung der eingangs gestellten Aufgabe gesprochen werden.

#### Liste der Bezugszeichen

- 1 Entgasungsreaktor
- 2 Außenseite/Außenmantel
- 3 Drehtrommel
- 4 Heizmantel
- 5 Austragsseitiges Ende

6	Ofenabgasleitung	
7	Brennofen/Drehrohr 7'	
8	Aufgabeseitiges Ende	
9	Abgas-Abzugsleitung	
10	Abgas-Reinigung	5
11	Leitung Entgasungs-Gas	
12	Brennerseite	
13	Feststoffaustrag	
14	Einlaufgehäuse	
15	Kühlaggregat/Satellit 15'	10
16	Distanzbleche	
17	Heizgasabzüge	
18	Isolierschicht	
19	Materialaufgabe	
20	Pfeil Kühlluft	15
21	Zusatzbrennstoff	
22	Abgeschiedener Staub	
23	Gut zur Kühlung	
24	Kalte Luft	
25	Kaltes Gut	20
26	Flamme	
27	Ofenabgase	
28	Kühlerausfallgehäuse	
29	Satellitenrohre	
30	Brenner	25

30

35

40

45

50

55

60

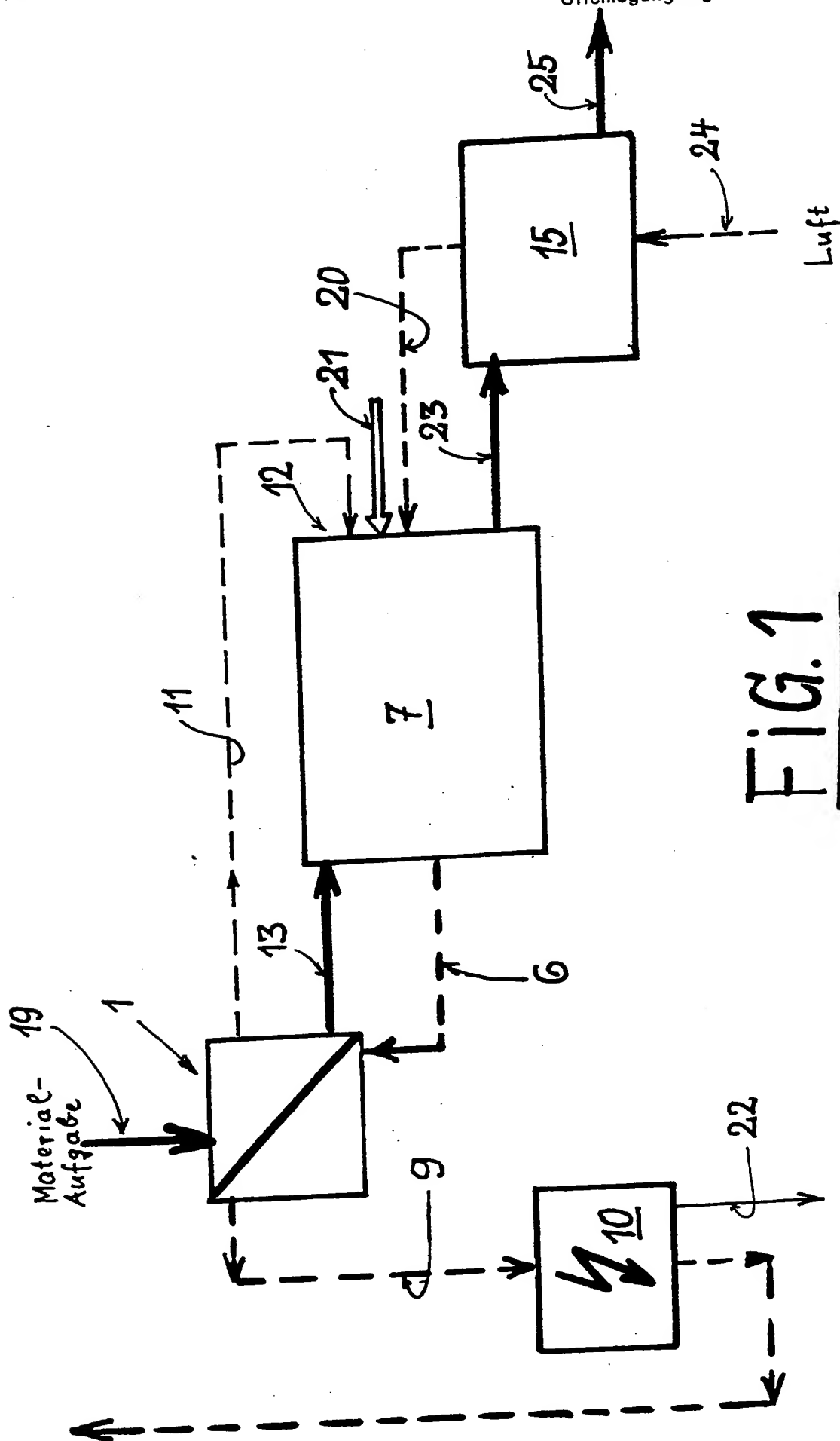
65



3531647

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

35 31 647  
C 10 B 53/00  
5. September 1985  
12. März 1987



H 85/511

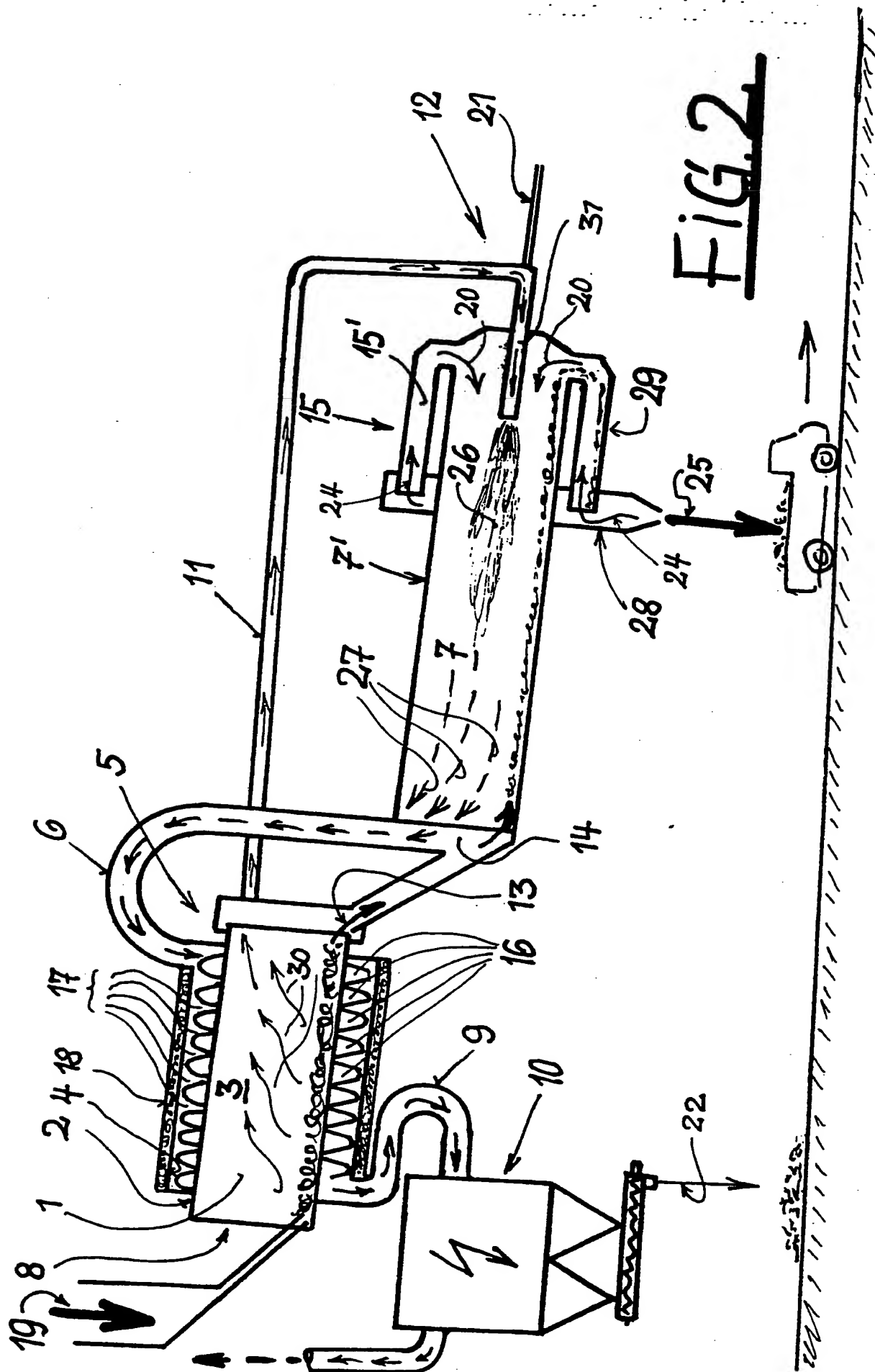


FIG. 2